Québec

NOTE N° 22, 1984

FERTILISATION ET ÉCLAIR[illegible] D'UN JEUNE PEUPLEMENT DE PIN GRIS RÉSULTATS DE CINQ ANS

Gilles Sheedy* et René Doucet**

O.D.C. 237.4 + 242 (047.3)(714)
L.C. SD 401 .P66

RÉSUMÉ

Les résultats quinquennaux présentés dans cette note montrent que l'éclaircie et la fertilisation de ce jeune peuplement ont eu et ont encore des effets très marqués sur la croissance des pins gris. Ainsi, en moyenne l'éclaircie a permis des accroissements en volume total supérieurs à ceux du témoin de plus de 72 p. 100 (6,4 m^3/ha); dans le cas de la fertilisation, cette augmentation est de 104 p. 100 (9,4 m^3/ha). Dans les placettes fertilisées et éclaircies, les résultats de croissance sont encore plus marqués et l'on observe des accroissements en volume total supérieurs à ceux du témoin de plus de 14,6 m^3/ha (164 p. 100).

Les trois meilleurs traitements sont actuellement, dans l'ordre: N_2PK-E, N_2P et N_2 avec des augmentations du volume total supérieures à celles du témoin de plus de 186, 173 et 167 p. 100 respectivement. Pour le moment, c'est le traitement N_2 (224 kg/ha d'azote) qui représente le meilleur investissement lorsque l'on considère les coûts d'application et les résultats qu'on en retire après cinq ans.

SUMMARY

This note presents five-year growth results of a combined thinning and fertilization experiment conducted in a young jack pine stand. Thinning alone increased five-year total volume growth by 72 percent (6,4 m^3/ha) over the control; fertilization averaged an increase of 104

* Ingénieur forestier, chargé de recherches en fertilité et reboisement.

** Ingénieur forestier, chef de la Division de l'aménagement des forêts naturelles, chargé de recherche en traitement des peuplements pionniers.

percent (9,4 m^3/ha), while the two treatments combined resulted in a increase of 164 percent (14,6 m^3/ha). These differences are likely to increase, since the stand is still reacting strongly to treatments.

Best results were obtained with treatments N_2PK-E, N_2P and N_2, with an increase in total volume growth over the control of 186, 173 and 167 percent respectively. As of now, the best investment, when application costs and five-year growth results are considered, is the application of 224 kg/ha of nitrogen (treatment N_2).

INTRODUCTION

Plusieurs essais de fertilisation dans des peuplements naturels de pin gris ont montré que cette essence réagit bien à l'application d'engrais (Krause et *al.*, 1982). Toutefois, comme le soulignent Johnson et Moller (1976), le potentiel de la fertilisation ne peut être entièrement réalisé que lorsqu'on la combine à l'éclaircie. Ce projet a donc été entrepris pour évaluer les effets combinés de ces deux traitements sur la croissance d'un jeune peuplement de pin gris.

Cette note présente les résultats de croissance de ce peuplement cinq ans après l'éclaircie et la fertilisation.

I MATÉRIEL ET MÉTHODES

1.1 Description de la station

L'étude a été réalisée dans un peuplement de pin gris établi après le feu de 1948. Le peuplement est situé dans le canton d'Ailleboust, circonscription électorale de Roberval, à 73° 16' de longitude ouest et 48° 59' de latitude nord. Cette région fait partie de la section forestière B.1a (Laurentides-Onatchiway) de Rowe (1959). La précipitation totale annuelle dans cette région est de 96 cm et la température moyenne annuelle est de 0,5°C. La longueur de la saison sans gel est de 80 jours (Ferland et Gagnon, 1967). Ce peuplement croît sur un épais dépôt de sable d'origine fluvio-glaciaire près de la rivière Chigoubiche, à une altitude de 330 m. Le sol est un podzol humo-ferrique orthique (Anon., 1970) bien drainé. La strate arborescente renferme uniquement du pin gris. C'est un peuplement dense (les tiges de 1 cm et plus au d.h.p. sont au nombre de 7 000 par hectare) dont le diamètre et la hauteur moyenne des dominants et codominants sont respectivement de 7,5 centimètres et 7,4 mètres, ce qui, pour un peuplement de 27 ans, correspond à la classe de fertilité 2 (Plonski, 1960).

1.2 Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental comprend trois blocs de 19 placettes circulaires chacun; la répartition des 19 traitements (tableau 1) a été faite au hasard de façon que chacun se retrouve une seule fois dans chaque bloc. L'éclaircie a été effectuée dans des placettes de 0,08 hectare et les mesures concernant ce traitement ont été prises à l'intérieur de

ces dernières dans des placettes centrales de 0,04 hectare. La fertilisation des placettes non éclaircies a été effectuée dans des placettes de 0,04 hectare et les mesures ont été prises dans des placettes centrales de 0,02 hectare.

1.3 Traitements

L'éclaircie a été réalisée à la scie mécanique à la mi-septembre 1976, en conservant environ 1 500 tiges des étages dominant et co-dominant par hectare, pour un espacement moyen de 2,6 mètres. De plus, trois autres placettes ont été éclaircies chimiquement au moyen d'un injecteur (*Hypo-Hatchet*) et de *Silvisar 550*; dans ce dernier cas, les tiges nettement dominées par les arbres à dégager n'ont pas été éliminées. L'efficacité de ces deux méthodes d'éclaircie pourra donc être comparée. Les fertilisants ont été appliqués manuellement à l'aide d'épandeurs *Cyclone* du 17 au 19 mai 1977.

1.4 Mesurage et échantillonnage du dispositif

Des échantillons de sol ont été prélevés (6 profils de sol) lors de l'établissement du dispositif expérimental et des échantillonnages foliaires (six échantillons par placettes) ont été effectués avant et après l'application des traitements. Les résultats concernant ces échantillons ont été publiés en 1980 (Sheedy et Doucet).

Le diamètre de tous les arbres de 5 centimètres et plus ainsi que la hauteur d'au moins 15 arbres par placette, représentant la gamme des diamètres, ont été mesurés en 1976 (avant l'application des engrais et l'éclaircie), en 1979 (trois saisons de croissance après) et en 1981 (cinq saisons de croissance après). Des tarifs de cubage locaux ont été préparés à partir des courbes de hauteur en fonction du diamètre des tarifs généraux de Tremblay (1966).

Un inventaire avant traitement du nombre de tiges de moins de 5 centimètres a été réalisé en 1976. De plus, à la suite du chablis de 1977, un inventaire du nombre d'arbres affectés par le chablis ou par d'autres causes a été réalisé en juillet 1978.

Des analyses de variance pour un dispositif à blocs complets ont été effectuées sur les données préliminaires de croissance pour les mesurages de 1976 et 1979. Ces analyses ont été complétées par le test de Tukey pour déterminer les traitements qui présentent des différences significatives (Kirk, 1968).

II- RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les résultats préliminaires concernant les effets de l'éclaircie et de la fertilisation trois ans après l'application des traitements sur ce peuplement ont été présentés en 1980 (Sheedy et Doucet). Ces

résultats montrent que le pin gris réagit bien à l'éclaircie et à la fertilisation et qu'il existe une étroite corrélation entre les premiers résultats de croissance et ceux des mesures et observations au niveau des aiguilles échantillonnées une saison de croissance après l'application des traitements. Ces résultats montrent aussi que la longueur et la masse des aiguilles des arbres traités ainsi que leurs concentrations en éléments étaient nettement plus élevées que celles des aiguilles des arbres témoins.

Les mesures effectuées en 1981 (cinq ans après l'application des traitements) viennent confirmer et préciser davantage ces résultats.

Les résultats des mesurages de 1976, de 1979 et de 1981 sont présentés par traitement au tableau 2. Le tableau 3 présente l'accroissement en volume total de cinq ans (1981-1976) par traitement et par bloc (répétitions) ainsi que le résultat des analyses statistiques qui ont été effectuées sur ces données. Un inventaire du nombre d'arbres affectés par le chablis et par la rouille (*Cronartium comptoniae* Arth.) est présenté au tableau 4. Le tableau 5 présente les accroissements quinquennaux en diamètre, en hauteur, en surface terrière et en volumes total (VT) et marchand (VM) ainsi que la mortalité en volume par groupe de traitements. Les accroissements en volumes total et marchand de quelques-uns des traitements sont illustrés à la figure 1.

Les résultats pour le traitement témoin présentés aux tableaux 2, 3 et 5 montrent que la hauteur et le diamètre des arbres ont augmenté de 15 et 20 p. 100 respectivement en cinq ans. Ces augmentations se sont traduites par des accroissements respectifs en surface terrière, en volume total et en volume marchand de 29, 34 et 46 p. 100. Ces résultats sont conformes à ce que l'on peut attendre d'un peuplement de pin gris de ce type.

2.1 Variations de la densité du peuplement

On remarque au tableau 2 qu'il existe une grande variation dans le nombre de tiges par hectare entre les placettes et selon les traitements. Ainsi, le nombre de tiges de 5 centimètres et plus (diamètre à 1,30 m) varie de 1900 (traitement témoin) à 3066 (traitement N_{168}) dans les placettes non éclaircies et de 1309 (traitement N_2K-E) à 1492 (traitement E.C.) dans les placettes éclaircies. Il a diminué au cours de la période concernée, de façon plus marquée dans les placettes non éclaircies (133 tiges) que des les autres (57 tiges). Quant au nombre de tiges de moins de cinq centimètres de diamètre, il était en moyenne de 3150 par hectare avec, là aussi, de fortes variations entre les placettes.

Les variations assez marquées dans la densité de ce peuplement se traduisent par des variations non moins marquées dans les mesures des arbres. Ainsi, en moyenne, le diamètre moyen et le volume total (VT) de 1976 varient selon les traitements de 6,8 à 8,3 centimètres et de 15,7 à 41,5 mètres cube par hectare respectivement.

Il existe aussi des variations entre les blocs (répétitions). Ces variations se traduisent par des accroissements en volume total plus élevés dans le bloc «C» (20,5 m^3/ha) que dans les autres blocs (17,1 m^3/ha). Malgré ces variations importantes, les résultats de l'analyse de variance effectuée sur les accroissements en volume total montrent qu'il n'y a pas de différences significatives entre les blocs (tableau 3).

Une partie des variations observées entre les placettes peut avoir été causée par le chablis de 1977. Les résultats de l'inventaire des arbres affectés par le chablis ou par la rouille (*Cronartium comptoniae* Arth.), présentés au tableau 4, montrent bien qu'il existe des variations assez fortes entre le nombre d'arbres affectés selon les placettes et les traitements. En moyenne, 5,5 p. 100 des arbres ont été affectés par le chablis et plus de 12 p. 100 des arbres présentent des fructifications de rouille à la base du tronc. Ce champignon a, semble-t-il, peu d'effet sur la croissance en hauteur et en diamètre du pin gris mais peut augmenter les risques de bris du tronc et, de ce fait, augmenter la mortalité (Hepting, 1971).

2.2 Effets de l'éclaircie

Comme on peut le constater aux tableaux 2, 3 et 5 et à la figure 1, l'éclaircie a eu des effets marqués sur l'accroissement en diamètre, en hauteur et en surface terrière et sur le volume total et marchand des tiges. Ces résultats sont d'autant plus intéressants que la répartition des tiges dans ces placettes est nettement meilleure que celle des placettes non éclaircies. Le volume est ainsi réparti sur moins de tiges mais de meilleur diamètre. En cinq ans, l'éclaircie mécanique (E.M) a permis d'obtenir des augmentations de croissance (en diamètre et en hauteur) qui se sont traduites par des accroissements en volume total de 15,3 mètres cubes par hectare et en volume marchand de 13,1 mètres cubes par hectare. Ces augmentations sont supérieures à celles du témoin de 72 et 157 p. 100 respectivement. Les augmentations pour le traitement d'éclaircie chimique (E.C.) sont plus faibles que celles de l'éclaircie mécanique sauf pour la hauteur et la surface terrière (tableau 5). Mais encore là, ces résultats sont nettement supérieurs à ceux du témoin. Ainsi, les accroissements en volume total et en volume marchand sont de 59 et 80 p. 100 plus élevés pour ce traitement que pour le témoin.

On note aussi que l'éclaircie chimique a été moins sévère que l'éclaircie mécanique de sorte que le nombre de tiges dans les placettes élcaircies chimiquement est plus élevé (1492 au lieu de 1317). Toutefois, la mortalité en volume total a été plus importante dans les placettes éclaircies mécaniquement: le chablis de 1977 peut expliquer en partie ce résultat. On note en effet au tableau 4 que le nombre de tiges affectées par le chablis est beaucoup plus élevé dans les placettes éclaircies mécaniquement. Il faut se rappeler aussi que dans le cas de l'éclaircie chimique, les tiges meurent sur pied, contrairement à l'éclaircie mécanique, où l'on enlève les tiges.

Même si l'éclaircie a permis des augmentations de croissance très marquées, le tableau 3 montre bien que les accroissements en volume total pour ce traitement ne sont pas statistiquement différents de ceux du témoin. Il reste qu'une augmentation de 6 mètres cubes par hectare de plus que le témoin n'est pas négligeable, d'autant plus que l'écart entre les résultats pour ce traitement et ceux du témoin continue à grandir (figure 1).

2.3 Effets de la fertilisation

La fertilisation a eu elle aussi, comme on peut le constater aux tableaux 2, 3 et 5, des effets très marqués sur la croissance des arbres de ce peuplement. En moyenne, la fertilisation a eu des effets plus marqués que l'éclaircie sur la surface terrière et le volume total des tiges (tableau 5). Le fait que le nombre de tiges soit plus élevé dans les placettes fertilisées que dans les placettes éclaircies peut expliquer ce résultat. Les augmentations moyennes de croissance des arbres fertilisés ont produit des accroissements de 18,3 mètres cubes par hectare en volume total et de 11,5 mètres cubes par hectare en volume marchand en cinq ans. Ces augmentations sont respectivement supérieures de 104 et 125 p. 100 à celles obtenues dans les placettes témoins. Le tableau 3 montre bien d'ailleurs que plusieurs traitements de fertilisation ont permis des accroissements en volume total qui diffèrent significativement de ceux du témoin. Ainsi, la plupart des traitements comprenant 150 kilogrammes par hectare et plus d'azote (combiné ou non au P, au K ou à l'éclaircie) diffèrent significativement du témoin. Les meilleurs traitements de fertilisation, pour ce qui est de l'accroissement quinquennal en volume total, sont N_2 et N_2P (167 et 173 p. 100 plus élevé que pour le témoin). On note aussi que l'accroissement en volume total des arbres augmente avec l'augmentation des quantités d'azote et de potassium appliquées. L'azote est l'élément qui stimule le plus la croissance des arbres de ce peuplement. Bien que les additions de P ou de K en plus de l'azote ont donné jusqu'ici des résultats variables, on peut s'attendre à ce que ces traitements et ceux comprenant P ou K seul, aient des effets plus marqués avec le temps. La figure 1 et le tableau 3 montrent bien d'ailleurs que les effets de ces traitements de fertilisation ne sont pas terminés.

2.4 Effets de l'éclaircie et de la fertilisation

Les résultats qui sont présentés aux tableaux 2, 3 et 5 et à la figure 1, montrent que les arbres des placettes fertilisées et éclaircies présentent en moyenne des accroissements en diamètre, en hauteur, en surface terrière et en volume (V.T. et V.M.) supérieurs à ceux obtenus dans les placettes éclaicies ou fertilisées et nettement supérieurs à ceux obtenus dans les placettes témoins. Ces résultats montrent bien que les effets de l'éclaircie et de la fertilisation s'additionnent et permettent d'obtenir de meilleurs résultats de croissance que lorsqu'ils sont appliqués séparément. C'est d'ailleurs avec un de ces traitements (N_2PK-E) qu'on a obtenu les plus fortes augmentations de volume (186 et 269 p. 100 respectivement en V.T. et en V.M.). En moyenne, l'éclaircie combinée à la fertilisation

a permis d'accroître le volume total de 20,5 mètres cubes par hectare et le volume marchand de 14,8 mètres cubes par hectare. Ces augmentations sont supérieures à celles obtenues dans les placettes témoins de 164 et 190 p. 100 respectivement. Ainsi, en moyenne, l'accroissement quinquennal en volume total des arbres des placettes fertilisées et éclaircies est 2,6 fois supérieur à celui des arbres témoins. D'ailleurs, trois des cinq traitements comprenant l'éclaircie et la fertilisation (N_2P-E, N_2K-E et N_2PK-E) présentent des accroissements en volume total qui diffèrent significativement de ceux du témoin (tableau 3). Ces différences pourraient être encore plus marquées dans quelques années si l'écart entre les résultats de ces traitements et ceux du témoin continue à augmenter, comme le montre bien la figure 1.

2.5 Coûts des traitements et rentabilité

On estime sommairement que les coûts de l'éclaircie mécanique faite à l'aide de scies circulaires, sur une échelle opérationnelle, sont d'environ 235$/ha (Mérette et Martel, 1983) et que ceux d'une fertilisation aérienne sont d'environ 90$/ha (Veilleux et Sheedy, 1977). En considérant que les traitements E-M, F et F-E ont permis d'accroître le volume marchand de 8,0, 6,4 et 9,7 m^3/ha respectivement de plus que le témoin, on peut évaluer approximativement le prix de revient de chaque mètre cube de bois additionnel pour chacun de ces traitements à 29,48$, 14,06$ et 33,51$ respectivement. Considérant qu'en 1984, un mètre cube de bois de pin gris a une valeur approximative de 15,00$, on en conclut qu'après cinq ans, seule la fertilisation est économiquement rentable. Cette conclusion est un peu prématurée puisqu'elle ne tient pas compte de tous les facteurs en cause (taux d'intérêt, coûts d'exploitation, période de rotation, etc.) mais elle est conforme à celle de Nadeau (1977) dont l'étude portait sur la fertilisation du pin gris en Mauricie. Cet auteur conclut en effet que la fertilisation est rentable pour l'Etat et les compagnies forestières et que ces organismes peuvent s'attendre à des taux de rendement sur investissement, en dollars courants, supérieurs à 8 p. 100.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à souligner la précieuse collaboration de MM. Conrad Thomassin et Gilles Gignac qui ont effectué l'établissement, l'éclaircie, la fertilisation et les mesurages du dispositif expérimental.

Des remerciements sincères s'adressent également à MM. Jean DeBellefeuille et Yvon Richard pour leur collaboration dans la compilation mécanographique et l'analyse statistique des données.

Nous tenons aussi à remercier tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce rapport.

RÉFÉRENCES

ANONYME, 1970. *The system of soil classification for Canada*. Min. Agric. Canada, Ottawa. 270 p.

FERLAND, M.G. et R.M. GAGNON, 1967. *Climat du Québec méridional*. Québec, Min. Rich. Nat., Serv. de météorologie, 93 p.

HEPTING, G.H., 1971. *Diseases of forest and shade trees of the U.S.* U.S. Dep. of Agr., Forest Serv., Agriculture Handbook n° 386, 658 p.

JONSON, S. et G. MOLLER, 1976 (*Fertilization and thinning effects in overstocked pine stands*). (en suédois avec résumé anglais). Föreningen Skogsträds - Förädling och institutet för Skogsförbättring, Arsbok 1976, p. 62-116.

KIRK, R.E., 1968. *Experimental design: procedures for the behavioral sciences*. Belmont, California, Brooks Cole, 577 p.

KRAUSE, H.H., G.F. WEETMAN, E. KROLLER et J.-M. VEILLEUX, 1982. *Programme interprovincial de fertilisation des forêts. Résultats des remesurages de l'accroissement quinquennal*. Environnement Canada, Serv. Can. des forêts. Rapport d'information DPC-X-12. 55 p.

MÉRETTE, C. et J. MARTEL, 1983. *Essai opérationnel de scies circulaires dans un projet de coupe de nettoiement 1982-1983*. Québec, M.E.R., Serv. des tech. de l'aménagement. 13 p.

NADEAU, J.-P., 1977. *La fertilisation aérienne des forêts, un investissement rentable? Expérience avec le pin gris en Mauricie, Québec*. Québec, M.T.F., Serv. de la recherche Mémoire N° 35, 46 p.

PLONSKI, W.L., 1960 *Normal yield tables for black spruce, jack pine, aspen, white birch, tolerant hardwoods, white pine and red pine for Ontario*. Ont. Dep. Lands and Forests, Silvic. Ser. Bull. 2, 39 p.

ROWE, J.S., 1959. *Forest regions of Canada*. Can. Dep. North. Aff. Nat. Res., Forest Br. Bull. 123. 71 p.

SHEEDY, G.et R. DOUCET, 1981. *Fertilisation et éclaircie d'un jeune peuplement de pin gris. Rapport préliminaire trois ans après l'éclaircie et la fertilisation*. M.E.R., Serv. de la Recherche forestière, Note n° 16, 12 p.

VEILLEUX, J.-M. et G. SHEEDY, 1977. *Essai opérationnel de fertilisation aérienne de peuplements de pin gris dans la Mauricie. Par le groupe de recherches interdisciplinaires en fertilisation des forêts*. Québec, M.T.F., Serv. de la recherche, Mémoire n° 41, 137 p.

Tableau 1

Traitements appliqués

Traitement no	Quantité d'éléments et d'engrais (kg/ha)					
	N	Urée[1]	P	tsp[2]	K	KCl[3]
1 T.[4]	0	0	0	0	0	0
2 E.M.[5]	0	0	0	0	0	0
3 N_{56}	56	124	0	0	0	0
4 N_{112}	112	249	0	0	0	0
5 N_{112}-E.M.	112	249	0	0	0	0
6 N_{168}	168	373	0	0	0	0
7 N_{224}	224	498	0	0	0	0
8 N_{224}-E.M.	224	498	0	0	0	0
9 P_{56}	0	0	56	285	0	0
10 P_{112}	C	0	112	570	0	0
11 K_{56}	0	0	0	0	56	110
12 K_{112}	0	0	0	0	112	220
13 N_2P	224	498	112	570	0	0
14 N_2P-E.M.	224	498	112	570	0	0
15 N_2K	224	498	0	0	112	220
16 N_2K-E.M.	224	498	0	0	112	220
17 N_2PK	224	498	112	570	112	220
18 N_2PK-E.M.	224	498	112	570	112	220
19 E.-C.	0	0	0	0	0	0

[1] Urée (45 p. 100 N)
[2] tsp: triple superphosphate (45 p. 100 P_2O_5)
[3] KCl: chlorure de potassium (61 p. 100 K_2O)
[4] Les placettes non éclaircies ont une superficie de 0,04 ha
[5] Les placettes éclaircies ont une superficie de 0,08 ha
(E.M.: éclaircie mécanique, E.C.: éclaircie chimique)

Tableau 2

Mesures dendrométriques de 1976, de 1979 et de 1981

Traitement n° kg/ha	Nombre[1] de tiges par ha			d.h.p. moyen (cm)			hauteur moyenne (m)			surface terrière par ha (dm²)			volume total par ha (m³)			volume marchand par ha (m³)		
	1976	1979	1981	1976	1979	1981	1976	1979	1981	1976	1979	1981	1976	1979	1981	1976	1979	1981
1 T.	1950	1900	1900	7,2	7,8	8,3	7,3	7,5	8,78	804	923	10,41	26,0	29,5	34,90	3,5	6,0	8,60
2 E.M.	1425	1350	1317	8,3	9,0	10,2	7,7	8,1	9,21	774	948	10,77	25,5	34,2	40,76	5,7	12,7	18,76
3 N_{56}	2650	2600	2598	7,3	7,9	8,4	7,3	7,5	8,84	1138	1304	14,74	35,5	42,5	49,50	4,0	8,5	12,93
4 N_{112}	3050	2900	2867	7,4	8,1	8,8	7,4	7,6	9,27	1342	1506	17,20	41,5	49,5	59,03	5,5	10,5	17,47
5 N_{112}-E.M.	1475	1450	1450	7,8	8,9	9,8	7,5	8,0	8,82	704	916	10,82	22,5	31,2	39,51	3,5	9,0	15,17
6 N_{168}	3150	3050	3066	7,1	7,9	8,5	7,2	7,6	8,74	1203	1467	17,07	36,0	46,5	57,27	3,0	8,0	13,90
7 N_{224}	2450	2400	2383	8,1	9,1	9,7	7,6	8,0	9,76	1246	1542	17,73	40,5	54,5	64,53	9,5	19,5	27,04
8 N_{224}-E.M.	1475	1450	1442	6,8	8,4	9,3	7,1	7,8	8,78	542	795	9,70	15,7	26,0	33,50	0,7	5,2	10,06
9 P_{56}	2850	2750	2750	7,7	8,4	8,9	7,5	7,7	9,29	1304	1520	16,96	41,5	50,5	58,27	6,5	12,5	17,43
10 P_{112}	2800	2750	2717	7,2	7,8	8,2	7,2	7,5	8,50	1121	1290	14,44	34,5	41,5	46,23	3,0	6,5	9,83
11 K_{56}[2]	3250	2600	2500	6,8	8,2	8,8	7,1	7,7	8,98	1169	1312	14,81	37,0	42,5	50,10	3,5	8,0	13,20
12 K_{112}[2]	2600	2550	2525	7,0	7,8	8,4	7,2	7,5	8,64	975	1190	13,93	29,0	37,0	46,20	2,0	6,0	10,05
13 N_2P	2700	2700	2683	7,6	8,6	9,3	7,4	7,8	9,34	1218	1564	18,20	39,5	52,5	63,77	7,0	15,5	23,50
14 N_2P-E.M.	1475	1350	1334	7,8	9,4	10,5	7,5	8,1	9,55	708	919	11,57	22,7	32,2	43,66	4,0	10,7	20,66
15 N_2K	2400	2350	2317	7,4	8,4	9,1	7,4	7,7	9,32	1056	1312	15,27	33,5	44,5	53,23	5,0	11,0	17,73
16 N_2K-E.M.	1400	1325	1309	8,0	9,7	10,7	7,6	8,3	9,53	715	978	11,78	23,0	35,2	45,33	4,5	13,5	22,20
17 N_2PK	2600	2550	2550	7,1	8,1	8,8	7,2	7,6	9,23	1032	1338	15,63	32,0	44,0	53,63	3,5	9,5	15,83
18 N_2PK-E.M.	1475	1475	1484	7,9	9,4	10,5	7,5	8,1	9,62	734	1045	12,95	23,7	37,5	49,23	4,7	13,5	23,51
19 E chim.	1500	1500	1492	7,7	8,6	9,3	7,4	7,8	9,24	701	885	10,33	22,7	30,2	36,93	4,2	8,5	13,41

[1] Nombre de tiges de 5 cm et plus au d.h.p.
[2] Ces moyennes ne portent que sur deux placettes

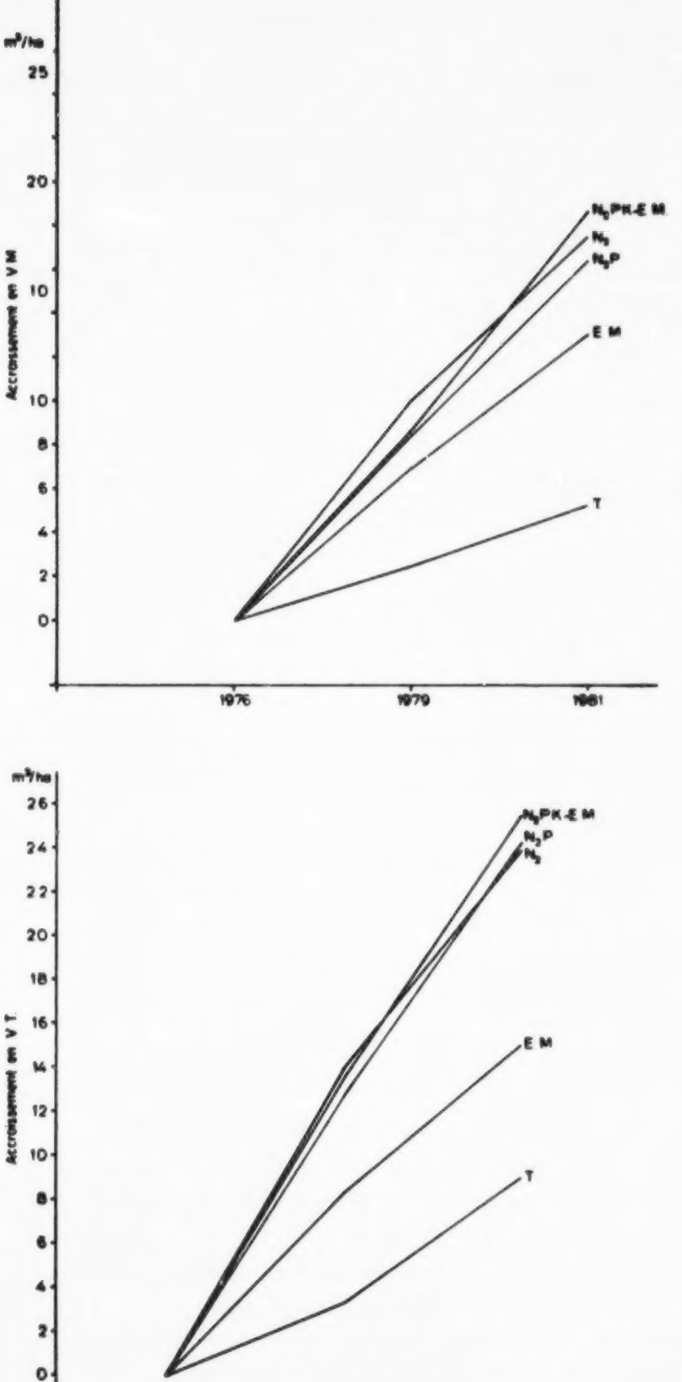

Figure 1 Accroissements quinquennaux en volumes total et marchand pour quelques traitements

Tableau 3

Accroissement en volume total par traitement et par répétition et analyses statistiques

Traitement n°	kg/ha	Accroissement en volume total (m^3/ha) Bloc A	Bloc B	Bloc C	Moyenne	Test de Tukey
1	Témoin	7,3	9,6	10,5	9,1	
10	P_{112}	14,6	9,7	11,3	11,9	
19	E. chimique	10,6	17,5	14,4	14,2	
3	N_{56}	14,2	16,4	12,2	14,3	
2	E.M.	12,0	15,3	18,1	15,1	
11	K_{56}	16,9	-	15,3	16,1	
9	P_{56}	18,3	11,6	20,5	16,8	
5	N_{112}-E.M.	17,6	15,6	17,8	17,0	
12	K_{112}	-	14,1	20,6	17,4	
4	N_{112}	16,8	13,7	22,7	17,7	
8	N_{224}-E.M.	15,0	18,3	19,7	17,7	
15	N_2K	14,6	19,4	25,4	19,8	
14	N_2P-E.M.	17,4	20,6	24,7	20,9	
6	N_{168}	20,3	20,4	22,7	21,1	
17	N_2PK	16,8	25,0	24,0	21,9	
16	N_2K-E.M.	17,6	22,2	26,9	22,2	
7	N_{224}	20,5	22,5	27,4	23,5	
13	N_2P	25,2	15,5	32,4	24,4	
18	N_2PK-E.M.	28,3	24,4	23,9	25,5	
Moyenne		16,9	17,3	20,5	18,2	

Analyse de variance

Source de variation	Degré de liberté	*F*
Blocs (répétitions)	2	2,59
Traitements	18	4,87**

Tableau 4

Nombre d'arbres affectés par le chablis et par la rouille (*Cronartium comptoniae* Arth.)

Traitement	Nombre d'arbres			
	Chablis		Rouille	
	N.	p. 100	N.	p. 100
Témoin	75	4	300	12
E.M.	159	12	117	9
E.C.	9	0,6	209	14
F.	135	5	332	13
F.+ E.M.	85	6	190	13,5
Moyenne*	93	5,5	230	12,7

* La moyenne a été calculée en tenant compte du nombre de placettes par traitement

Tableau 5

Accroissements quinquennaux par groupe de traitement

Groupe de traitements	Accroissements quinquennaux						
	Diamètre (cm)	Hauteur (m)	Surface terrière (dm^2)	Volume (m^3/ha)		Mortalité	
				Total	Marchand	m^3/ha	p. 100
Témoin	1,1	1,50	237	8,9	5,1	1,0	2,9
E.M.	1,9	1,51	303	15,3	13,1	1,8	4,4
E.C.	1,6	1,84	332	14,2	9,2	0,1	0,3
F.	1,5	1,75	436	18,3	11,5	1,0	1,8
F. + E.M.	2,5	1,82	456	23,5	14,8	0,8	1,9

Gouvernement du Québec
Ministère de l'Énergie et des Ressources
Service de la recherche (Terres et Forêts)
Tous droits réservés